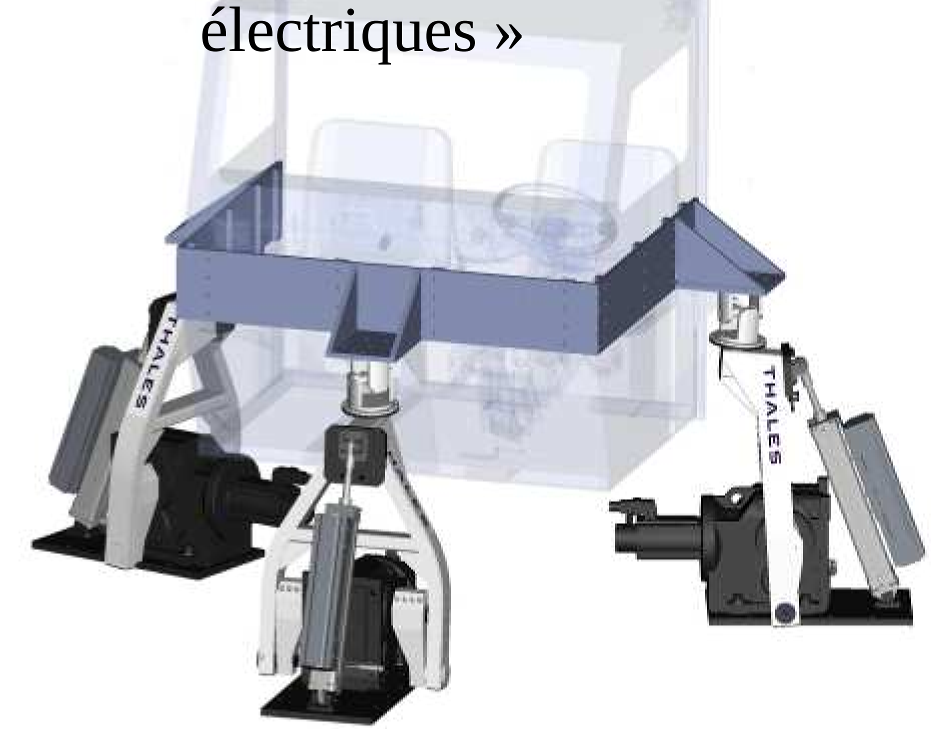




Mémoire de Projet de Fin d'Études

« Réalisation de plaquettes technique et commerciale de dispositifs de mouvements électriques »



Stage effectué du 1er Février 2010 au 30 Juin 2010,
Au sein de THALES Service SAS
1 rue du Général de Gaulle – Osny – BP226
95523 Cergy-Pontoise Cedex

Valentin MILLET
Élève ingénieur de la Spécialité Mécatronique
A l'Institut National des Sciences Appliquées de Strasbourg

Maître de Stage :
M. Robert ALET

Tuteur pédagogique :
M. Olivier PICCIN




PROJET DE FIN D'ETUDES

Auteur : Valentin Millet	Promotion : MIQ 2010
Titre : Réalisation de plaquettes technique et commerciale de dispositifs de mouvements électriques	Soutenance : 23/09/10
Structure d'accueil : THALES Services SAS – Cergy-Pontoise	
Nb de volume(s) : 1 Nb de pages : 44 Nb de références bibliographiques : 0	

Résumé : THALES Service comprend une activité spécialisée dans le « Training & Simulation » qui réalise des simulateurs de vol et de conduite de véhicule. THALES a pour objectif de proposer des moyens de formation qui répondent aux besoins du client, au meilleur coût dans des délais réduits. Pour restituer des sensations d'accélérations et d'attitude, THALES conçoit et développe des dispositifs de mouvement à 3 et 6 degrés de libertés appelés MEMS (Modular Electric Motion System).
C'est dans ce contexte qu'intervient ce stage, consistant à :

- Analyser les principes des dispositifs de mouvement existants et en cours de développement
- Analyser les performances avec tableau de comparaison
- Identifier les obsolescences, évolution d'architecture électrique, réseau informatique
- Établir les documents type catalogue, présentation PPT, manuel d'utilisation
- Réaliser des animations vidéo
- Consolider avec le service Achat et les sous-traitants les prix de chaque type de mouvement
- Réaliser des tableaux de synthèse prix performances
- Concevoir une maquette mécanique

Mots clés : **Simulateur, Simulation, Modélisation, Conception, Maquette, Plaquette.**

Traduction: THALES Service owns a specialized activity in the "Training & Simulation", which builds flight simulators and driving simulators. THALES aims to provide training facilities that meet customer needs at the lowest cost in a shortest time. To restore feelings of acceleration and posture, THALES designs and develops devices for movement at 3 and 6 degrees of freedom called MEMS (Modular Electric Motion System).

It is in this context that this internship takes place; which consists in:

- Analyzing the principles of motion devices existing and under development
- Analyzing performance with comparison chart
- Identifying obsolescence, changes in electrical design, computer network
- Establishing standard catalog records, PPT presentation, user manual
- Making CAD videos
- Consolidating with the purchasing department and sub-contractors the price of each type of movement
- Summarizing tables : price/performance
- Designing mechanical scale model



Remerciements

Je remercie sincèrement Robert ALET, Responsable du bureau d'études mécaniques qui m'a permis d'effectuer mon Projet de Fin d'Études au sein du service Etudes & Intégration Matériel. En tant que Maître de stage, je le remercie chaleureusement pour sa bienveillance, sa gentillesse et ses conseils qui m'ont permis de mener à bien mon stage.

Je remercie également tous les membres du service EIM qui ont été mes interlocuteurs pour les différentes actions à mener, je pense à Serge BOUVIER, Michel GRANDVAL, Jean-Pierre CALONEC, Pascal BERTAULT, mais également Philippe GUESNE, Christian POULLARD, Patrick LEROUX, Nicolas LEROY, Cyril BRECHENMACHER, Béatrice NANCEY et plus généralement l'ensemble du service EIM pour leur amabilité.

Je tiens également à remercier l'équipe de stagiaires et d'apprentis qui m'a permis de passer ses 5 mois dans une ambiance conviviale et amicale : François POZZI, Thibaut LECOQ, Yoann ODEMER, Sofiane AGADIR, Bruno LOISEL, Alexandre MACHIN, Florent LANFRANCHI et Madjid BENYAHIA.

Enfin je voudrais remercier très vivement Francis DANJOUX, pour sa bonne humeur permettant de réaliser ce stage dans d'excellentes conditions.

Sommaire



Glossaire

TT&S : THALES Training & Simulation
MEMS : Modular Electric Motion System
PIDS : Primary Item Design Specification
EIM : Etudes & Intégration Matériel
CAO : Conception Assistée par Ordinateur
PIDS : Primary Item Design Description



Table des illustrations



Introduction

Au cours de mon cursus d'ingénieur, j'ai le devoir de réaliser un stage d'une durée de cinq mois baptisé « Projet de Fin d'Études ». C'est au sein de l'entreprise THALES TRAINING & SIMULATION, sur le site de Cergy que j'ai eu la chance d'exécuter cette période de formation riche en apprentissage de tout genre et sur le fonctionnement d'une entreprise de taille conséquente.

THALES est un leader mondial des hautes technologies sur les marchés de l'aéronautique, de l'espace, de la défense, de la sécurité et des transports.
La Business Line Training & Simulation de THALES est spécialisée dans la création de simulateurs de véhicules terrestres et d'aéronefs pour les domaines civil et militaire. La simulation permet aux personnes de s'entrainer en toute sécurité, à moindre coût et sans dégradation de matériel.

Mon travail durant cette période de formation et sous la tutelle de mon Maître de stage Robert ALET, consiste à mettre à jour un certain nombre de documents techniques et commerciaux sur un des produits brevetés par l'entreprise le MEMS3X. Cependant mon travail sur le sujet s'est diversifié au cours de mon stage, comme il est possible de le voir en parcourant ce rapport.

Après une présentation générale de l'entreprise et du produit étudié, nous aborderons les différents travaux auxquels j'ai pu participer tout au long de mon Projet de Fin d' Études.

1 Présentation du groupe et de l'entreprise

1.1 Présentation générale

Leader mondial des systèmes aéronautiques, de défense et de sécurité, THALES développe, pour ses clients, technologies et services de pointe, grâce à un réseau mondial de plus de 60 000 experts et à la grande complémentarité de ses métiers. Pour réaliser son ambition et mériter la satisfaction de ses clients, THALES met en œuvre une stratégie fondée sur trois grands atouts :

- Un positionnement pertinent : THALES couvre l'ensemble de la chaîne de compétences dont ont besoin ses clients, depuis les équipements, les systèmes, les offres de services globaux, jusqu'à la maîtrise d'œuvre de grands programmes.
- Une présence multidomestique à grande échelle : THALES est présent industriellement dans près de trente pays.
- Une capacité technologique incomparable: les solutions développées par les équipes de THALES s'appuient sur la maîtrise d'un socle de technologies communes exceptionnel.

1.1.1 Historique

1883 : Création de THOMSON HOUSTON ÉLECTRONIC COMPANY dans le Connecticut par deux physiciens : Elihu THOMSON et Edwin M.HOUSTON. Développement et promotion de procédés mis au point pour les applications de l'électricité (traction électrique, éclairage...).

1968 : Naissance de THOMSON-CSF avec la fusion de la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil (C.S.F.) et des activités d'électronique professionnelle de THOMSON-Brandt. Ces entreprises ont joué un rôle primordial, avant la Seconde Guerre Mondiale, dans le développement de la radiodiffusion, des radiocommunications sur ondes courtes, de l'électro-acoustique et, déjà, du radar et de la télévision.

1987 : La fusion des activités de semi-conducteurs avec celles de l'italien IRI-Finmeccanica donne naissance à SGS-THOMSON.

1998 : Sous l'égide du gouvernement français, les sociétés Aérospatiales, Alcatel et Dassault Industries concluent avec THOMSON-CSF et THOMSON SA un accord de coopération prévoyant le regroupement au sein de la société commune Alcatel Space des activités spatiales des sociétés Alcatel, Aérospatiale et THOMSON-CSF.

2000 : Le 6 décembre 2000, THOMSON devient THALES. Une nouvelle organisation en trois pôles est mise en place, autour de la défense, l'aéronautique, et des technologies de l'information et des services (IT&S). Puis, en 2004, elle s'articule autour de six divisions définies par leur marché et vise à faciliter la mise en œuvre des technologies transverses.

2007 : Accord avec Alcatel-Lucent et la DCN qui permettent de renforcer la présence de la société dans deux secteurs : L'espace et le naval.

2009 : Arrivée de Luc Vigneron à la tête du Groupe qui se donne 6 mois pour le réorganiser afin de stimuler sa croissance en particulier à l'international et d'améliorer son efficacité et sa rentabilité. Fin 2009 M Vigneron dévoile le plan « Probasis », une opération de réduction des coûts avec un plan d'économie de 1,3 Milliards d'euros sur 5 ans et la nouvelle organisation du groupe destinée à une meilleure productivité.

1.1.2 Principaux marchés

Malgré la diversité des compétences de THALES, le groupe reste cohérent. Les trois domaines (Aéronautique et Espace, Défense et Sécurité) sont complémentaires et liés par de nombreux points communs. Tous s’articulent autour du même socle des technologies de l’information.



Figure 1 : Principaux marchés

1.1.3 Domaines de compétences

THALES a connu dans son histoire de nombreuses évolutions qui ont fait d'une entreprise française, un grand groupe multinational. Aujourd'hui les domaines sont définis par leurs marchés.



Figure 2 : Les domaines de compétences

Après l'arrivée de Luc Vigneron à la tête du groupe mi 2009, THALES connaît une nouvelle organisation depuis fin 2009 : Le Groupe se divise en 7 Divisions décomposées elles-mêmes en Business Lines.



Figure 3 : Les 7 Divisions du Groupe et les Business Lines associées



1.1.4 THALES en quelques chiffres



Figure 4 : Implantation des sites THALES dans le monde

THALES est un grand groupe international : il possède des antennes dans plus de 50 pays, ce qui représente 335 sites employant 68000 personnes dont 50% en France. Le chiffre d'affaires de THALES s'élève en 2008 à 12,7 milliards d'euros et ne fait qu'augmenter depuis 2005.

La France reste le premier pays d'implantation : 70 sites et 54 % de l'activité réalisée par les filiales françaises ; et le premier pays de destination : 29 % du chiffre d'affaires y est facturé. Mais désormais, près de la moitié du chiffre d'affaires provient des filiales internationales, dont la principale est THALES UK qui contribue au chiffre d'affaires à hauteur de 15 %.

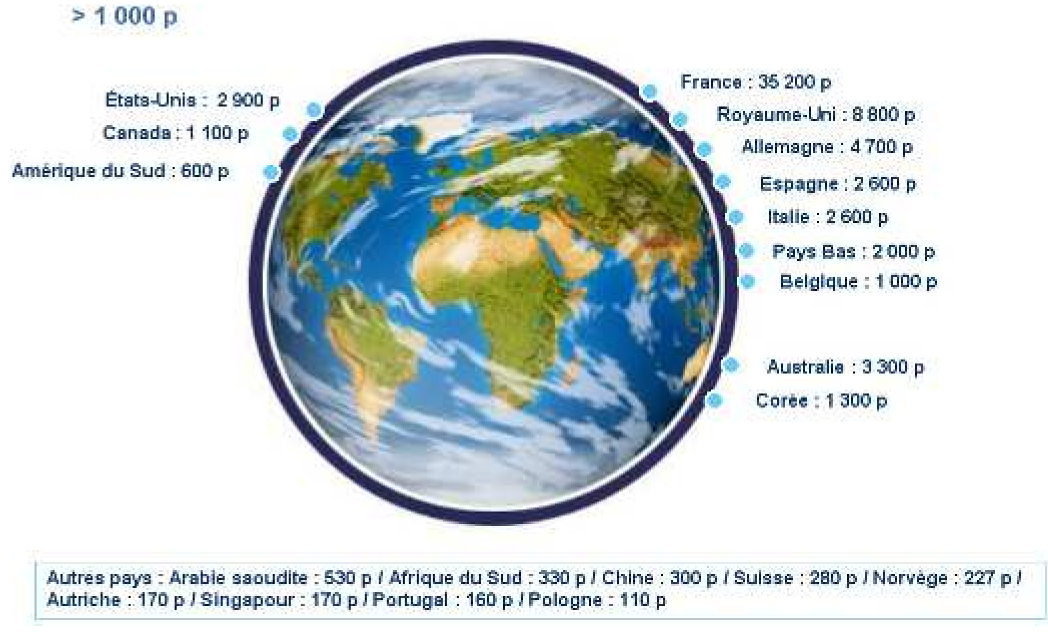


Figure 5 : Implantation du personnel dans le monde

1.2 THALES Training & Simulation

Rattachée à la division Avionique de THALES, l'activité de TT&S consiste à concevoir, assembler et vendre des simulateurs de tous types, dans un grand nombre de domaines. Aujourd'hui, l'entreprise s'oriente vers une fourniture de services, avec la vente d'heures d'entraînement sur simulateurs, dont la valeur ajoutée est plus importante.

1.2.1 TT&S en quelques chiffres

L'entreprise se classe première au niveau européen et troisième au niveau mondial dans le domaine des systèmes de simulation et d'entraînement. Présent dans plus de 60 pays, 60% de la clientèle de TT&S se situe en Europe. La société compte parmi ses clients 40 compagnies aériennes et de nombreuses armées dans le monde entier.



Figure 6 : Répartition des effectifs de TT&S

Avec 1 815 employés (dont 70% d'ingénieurs), TT&S regroupe sous un même nom les différentes unités concernées de THALES à travers quatre principaux sites.

1.2.2 Activités de TT&S

Le pôle de compétence Training & Simulation (TT&S) conçoit et réalise des simulateurs pour tous types de véhicules. Ce sont des systèmes de haute technologie capables de restituer l'environnement sensitif, tactile, sonore et visuel de l'utilisateur.

Pour plus de flexibilité, un des objectifs de TT&S est la modularité et la standardisation de ses systèmes. Cela se traduit dans le domaine mécanique par la réutilisation d'un maximum de pièces existantes : un même mouvement peut, par exemple, s'adapter à différentes cabines.

1.2.3 Principaux produits

- Les simulateurs d'avions militaires et d'hélicoptères :

Ces simulateurs permettent l'entraînement à toutes les missions : combat air/sol et aérien, patrouille maritime, reconnaissance, répétition de la mission complète. Les supports sont entre autres : Rafale, Tigre, Nimrod, Alpha jet, Mirage et F16.



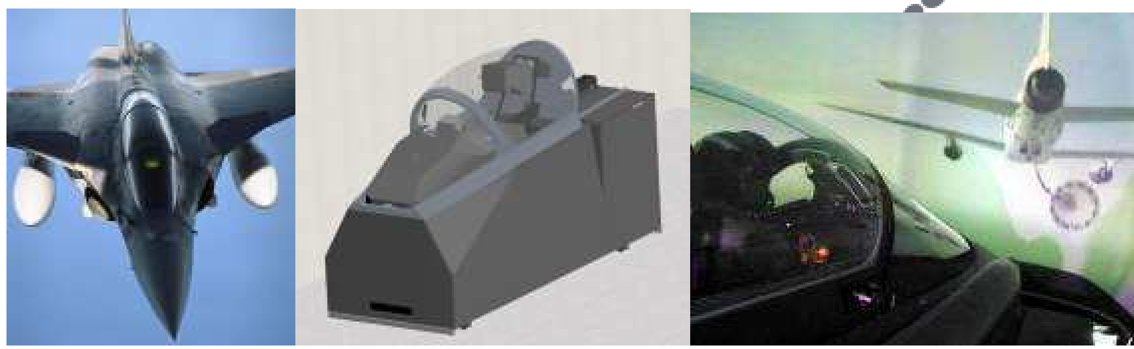


Figure 7 : Le Rafale et la modélisation 3D de la cabine du simulateur

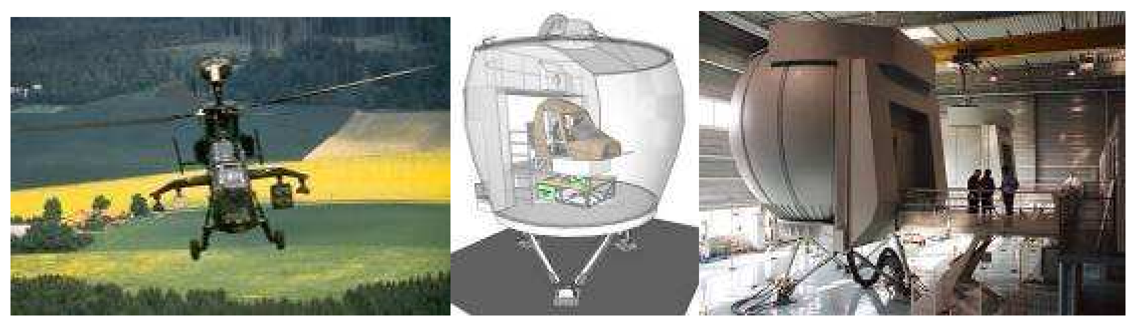


Figure 8 : Le Tigre et son simulateur

- Les simulateurs d'avions civils :

La gamme des avions déjà simulés s 'étend de l'A300 à l'ATR72 pour Airbus, du 707 au 777 pour Boeing, et du DC8 au MD90 pour Mc Donnell - Douglas, avec d'autres modèles pour Dornier, Forkker, Lockheed, Concorde et Caravelle.

THALES a également été sélectionné pour réaliser les simulateurs « full flight » pour les deux avions de transport de passagers les plus récents, l'A380 et le Boeing 787 Dreamliner.

Figure 9 : Simulateurs d'avions civils






- Les simulateurs de conduite :

Il s'agit de simulateurs civils ou militaires pour des engins de franchissement de l'avant, des poids lourds (projets TRACS et TRUST), des chars (projet SIEP et TACTIS). Les simulateurs de camion permettent un entraînement efficace, réaliste et économique en toutes circonstances.





Figure 10 : Simulateurs de camions

- Les simulateurs d'armement terrestre :

Il existe des simulateurs pour l'armement d'infanterie, les missiles sol/air, les véhicules blindés, les chars et pour l'entraînement au combat tactique. TT&S offre de plus un environnement synthétique permettant de mettre plusieurs simulateurs de différents types (avions, chars et hélicoptères) en réseau (LAN ou WAN).






Figure 11 : Simulateurs de chars

- Les simulateurs de centrale énergétique :

TT&S est le leader mondial dans ce domaine, lequel regroupe des simulateurs de centrale nucléaire et de centrale thermique, ainsi que d'autres simulateurs de systèmes industriels.







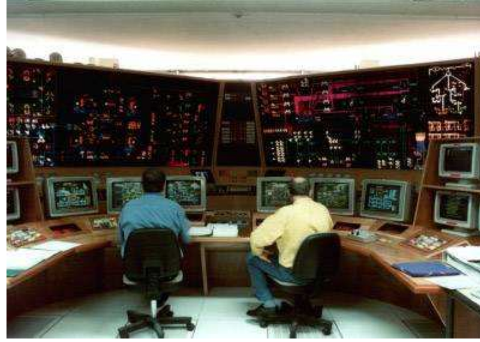


Figure 12 : Simulateurs de centrales énergétiques

1.2.4 Le site de Cergy

L'unité de Cergy est spécialisée dans les domaines Militaire et Energie. Elle regroupe à elle seule la quasi-totalité de l'activité Energie (simulateurs de centrales nucléaires) ainsi que la plus grande partie de l'activité Militaire :

- Simulateurs de centrales nucléaires et thermiques (PWR 1300MW Guangdong, Chine, EDF)
- Simulateurs d'avions militaires (Mirage 2000-5, Super Etendard, Tornado, Hercule, Transall, Rafale)
- Simulateurs d'hélicoptères (Agusta, Lynx, Sea King, Super Puma, Tigre, Fennec, Gazelle, NH90)
- Simulateurs de chars (Léopard, Leclerc, AMX)
- Simulateurs de poids lourds (formation civile et militaire pour cabine Renault, Volvo)

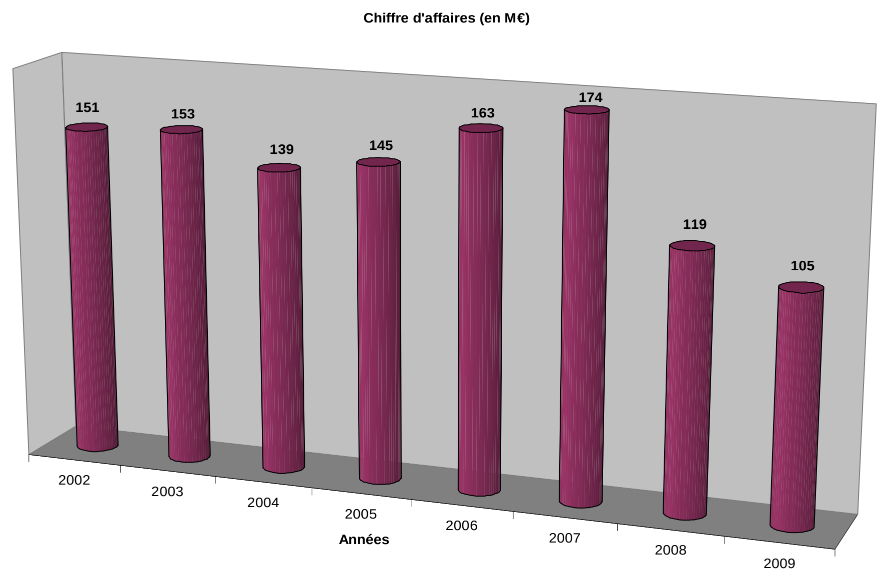


Figure 13 : Chiffre d'affaires TT&S de Cergy



1.3 Le service Etudes et Intégration Matériel (EIM)

1.3.1 Les missions du service

Les principales missions du service EIM sont les suivantes :

- Fournir dans les délais et dans les budgets, des solutions compétitives et innovantes en ingénierie mécanique et industrielle.
- Proposer les solutions techniques les mieux adaptées aux besoins Client et à la stratégie TT&S, en privilégiant la réutilisation de modules existants, dans le cadre d'une démarche permanente de benchmarking (make-team-buy).
- Contribuer à l'ingénierie système.
- Définir, spécifier, concevoir, industrialiser et valider les systèmes mécaniques.
- Développer et industrialiser les équipements électriques.
- Assurer la capitalisation des documents techniques (Codification, Archives, Reprographie).
- Assurer la pérennité et l'adéquation des produits aux marchés actuel et futur par des coopérations, l'utilisation et/ou développement de technologies appropriées.
- Assurer la prise en compte des réglementations et normalisations dans les études des systèmes matériels, notamment de sécurité.
- En relation avec les instances centrales THALES (TRT), participer aux évolutions majeures des Métiers, identifier et mettre en œuvre les outils et les méthodologies associées nécessaires à l'amélioration de la compétitivité.
- Assurer le management opérationnel (compétences, ressources, processus, organisation, maîtrise des coûts et dialogue efficace avec les autres services)

1.3.2 L'organisation du service

L'organisation du service EIM suit l'organigramme suivant :

EIM
Etudes & Intégration Matériel
B.Buisset

Devis / Propositions
R. Alet

Assistante
B. Nancey

Expertise H/W
R. Alet

CMMi H/W
D.Moraillon

Lots H/W
B. Buisset

BE élec
D. Moraillon

BE Méca
R. Alet

Appro / RME / Archivage
P.Leroux

Assemblage câblage
Ph. Moreau

Intégration & Test
E. Cavrois

Figure 14 : Organisation du service EIM

Au sein du service je suis rattaché au Bureau d'Étude Mécanique sous la direction de Robert ALET mon maître de stage.

2 Déroulement du stage

2.1 Encadrement de l'étude

La réalisation de mon stage a été suivie par mon responsable Robert ALET, ingénieur expérimenté dans le domaine de la simulation et des systèmes mécaniques. Durant toute la durée de cette période il fut pour moi un référant, de par sa connaissance du système étudié et des choix stratégiques effectués quant à la promotion de ce type de système.
Au sein du service EIM, j'ai été intégré à une équipe de cinq stagiaires débutant notre stage début Février. La diversité de nos formations fut un point très positif pour les échanges ultérieurs que nous avons pu avoir, notamment grâce à la structure en « openspace » du service facilitant les discussions et le partage d'informations entre les différentes personnes du service.



Figure 15 : Postes de travail du service EIM

Cette période de formation au sein de l'entreprise THALES, et plus précisément du service EIM, m'a permis de mieux envisager le domaine de la simulation, appliqué à l'apprentissage. J'ai ainsi pu me familiariser avec les différentes méthodes de travail mises en œuvre et les procédures à suivre en sein d'une grande entreprise telle que TT&S
Au sein du bureau d'étude mécanique travaillaient un certain nombre de techniciens supérieurs expérimentés en CAO. De par mon expérience, dans mes précédents stages et des enseignements que j'ai reçus, je n'ai eu aucune difficultés à m'acclimater aux outils utilisés ici même tel que ProEnginner, dont j'ai pu utiliser de façon importante le module Pro Mechanism, permettant de réaliser des analyses cinématiques et fournissant des résultats performants justes et exploitables.

2.2 Contexte et enjeux

Comme explicité précédemment, TT&S, propose une grande variété de simulateurs avec des niveaux de réalisme différents codifiés par des normes et des directives. C'est dans le cadre des simulateurs de conduite et d'armement terrestre que s'inscrit mon stage et plus précisément sur le système de « Mouvement ». En effet on distingue principalement deux éléments principaux constituant n'importe quel type de simulateur de conduite : le « Visuel » ayant pour rôle de solliciter le sens visuel, par l'intermédiaire de dispositifs d'affichage comme des écrans, ou de dispositifs de vidéoprojection. Le second élément « Mouvement » est un système mécanique permettant de reproduire des accélérations perçus par les différents récepteurs proprioceptifs du corps humain (oreille interne, récepteurs viscéraux, masses suspendues). C'est l'ensemble de ses deux éléments et leur parfaite synchronisation qui permet d'obtenir une simulation optimale.

Les différentes tâches qui m'ont été assignés au début de mon stage furent les suivantes :

- Analyser les principes des dispositifs de mouvement existants et en cours de développement
- Analyser les performances avec tableau de comparaison
- Identifier les obsolescences, évolution d'architecture électrique, réseau informatique
- Établir les documents type catalogue, présentation PPT, manuel d'utilisation
- Réaliser des animations vidéo
- Consolider avec le service Achat et les sous-traitants les prix de chaque type de mouvement
- Tableau de synthèse prix performances

Un certain nombre des actions exposés ci-dessus ont été modifiées ou remplacées par d'autres, en effet au long des 5 mois de stages, certaines décisions stratégiques ont entraîné des modifications notables dans l'affectation de mes tâches.

2.3 Système de mouvement MEMS3X

2.3.1 Présentation du système

Le système étudié est nommé par l'acronyme MEMS3X signifiant Modular Electrical Motion Systems 3 axes. Les produits MEMS sont des systèmes articulés de mouvement développé par TT&S en plusieurs versions : 3,4 et 6 degrés de libertés. C'est le modèle 3 axes, désigné aussi « Tripode » et protégé par un brevet depuis dix ans qui fera l'objet de ce rapport et de l'ensemble des travaux effectués au cours de mon stage.
Le système est décliné en 3 versions de chargement : 1000 kg, 1500 kg et 2000 kg.
Le système permet l'élévation d'une charge en 3 points par un sous-système appelé « Actionneur » composé d'un servoréducteur à double axe sur lequel est fixé deux excentriques en liaison pivot avec une fourche jouant le rôle de bielle. Ce système bielle-manivelle est couplé avec un système de compensation de charge. L'interface avec la charge à mettre en mouvement se fait alors par l'intermédiaire de cardans

UNIVERSAL JOINT
ROD
ACTUATOR
(Motor & Gearbox)
BALANCE
DEVICE
HEAVE
Z
AXIS 3
CRANK
PITCH
Y
PLINTH
(Floor bolted version)
X
AXIS 2
ROLL
AXIS 1

Figure 16 : Schéma du MEMS3X

Le système MEMS3X de par sa structure est une solution idéale pour les simulateurs de conduite et d'armement terrestre, ne nécessitant qu'une quantité limitée de déplacements et d'orientations, contrairement aux simulateurs de vol requérant souvent six degrés de libertés pour reproduire les déplacements dans l'espace et s'orienter selon trois directions.
Comme le montre l'illustration ci-dessus, dans sa configuration actuelle le MEMS3X permet un déplacement vertical de la charge et pivoter selon l'axe de roulis et de tangage. C'est la combinaison des 3 actionneurs disposés selon une géométrie en triangle, qui permet d'obtenir les déplacements et rotations décrits précédemment.
Le système MEMS3X est actuellement utilisé pour réaliser les simulateurs de chars Leclerc. Le poste de pilotage et les deux postes de tir sont alors suspendus en trois points par deux tripodes, un premier pour la cabine de pilotage, et un second pour la tourelle de tir. Un jeu d'écrans est alors monté sur les épiscopes (instruments d'optique permettant d'observer le terrain de l'intérieur) de la cabine.

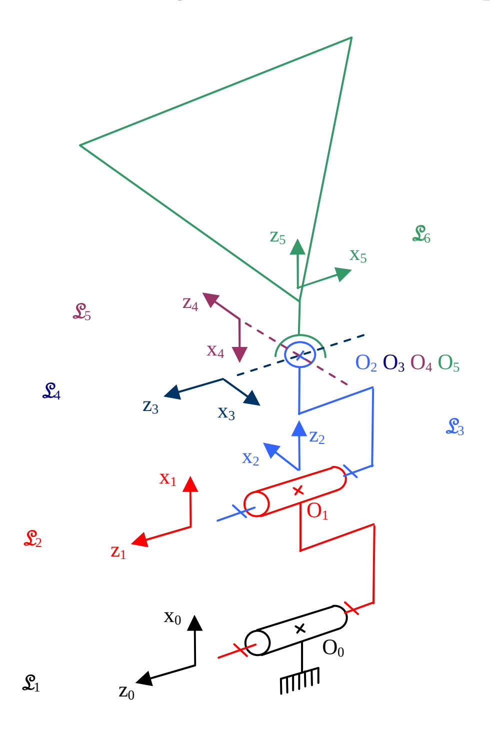




Figure 17 : Simulateurs « pilote » et « tourelle » de char Leclerc

2.3.2 Description dimensionnelle et schéma cinématique du système

Comme explicité précédemment le système est composé de 3 axes identiques mettant en mouvement la charge. Le schéma cinématique d'un des axes est le suivant :



Le paramétrage du mécanisme selon les paramétrages de Denavit-Hartendeberg nous fournis les informations suivantes sur le système :

	1	2	3	4	5
a_i	240	850	0	0	0
α_i	0	$\pi/2$	$-\pi/2$	α_4	α_5
d_i	0	0	0	0	0
θ_i	θ_1	θ_2	θ_3	$-\pi/2$	$-\pi/2$
q_i représenté	0	$\pi/2$	π	$\pi/2$	$\pi/2$

Ce paramétrage permet ainsi de disposer d'un modèle non ambiguë décrivant le mécanisme avec tous les paramètres entrants en jeu dans le mouvement de l'un des trois axes du système.

Figure 18 : Schéma cinématique d'un des axes du MEMS3X

2.3.3 Mise à jour de la spécification de développement

Dans un premier temps mon travail sur le système MEMS3X, consiste à mettre à jour un certain nombre de documents propres au produit MEMS3X. En effet l'évolution du produit en dix ans, nécessite un rafraîchissement des documents de spécification du système.



2.3.3.1 Document « Product Description »

Le premier document concerné est le « Product Description », document technique général adressé au client, permettant de comprendre rapidement le fonctionnement du système, les différents sous-ensembles le composant, les interfaces mécaniques et électriques du système avec son environnement ainsi que des caractéristiques techniques d'ordre général. Il est a noté que l'intégralité des documents que j'ai pu rédiger sur le système MEMS3X s'est fait en anglais.

Ce document se divise en quatre grandes parties :

- L'introduction, qui permet de situer le produit et présenter plusieurs arguments de vente du système.
- La description produit, qui présente les configurations du système, les principaux sous-ensembles, les fonctions et les interfaces extérieures du système.
- Les caractéristiques produit, telles que les performances, les mesures de sécurité, la durée de vie, les exigences d'environnement et de logistiques
- Les options du système, cette partie est une ébauche de plusieurs points pouvant être étudiés à la demande du client.

L'ensemble de ces points est ensuite repris et approfondis dans le document PIDS et donc dans le paragraphe suivant



2.3.3.2 Document « Primary Item Design Specification »

Le document Primary Item Design Specification permet d'exprimer le besoin des produits développés au sein de TT&S. Il regroupe l'ensemble les critères que doit remplir le système, les normes et les directives en vigueur, à prendre en compte dans le développement du système, ainsi que les documents THALES associés au développement du système.
Dans cette partie, je reprends l'ensemble des points mis à jours par moi même, qui sont abordés dans le document PIDS, permettant de préciser et de définir mieux le système MEMS3X et tous les aspects pris en compte dans son développement.

Tout d'abord le document PIDS fait référence à tous les documents associés au développement du produit tels que le ou les brevets déposés, des dessins mécaniques, des circuits électriques et pneumatiques, des documents PIDS de systèmes « parents » et aux documents Critical Item Design Specification concernant les sous ensembles.

On mentionne l'ensemble des normes françaises, européennes et internationales à prendre en compte pour le développement du système en question

On liste l'ensemble des fonctions assurées par le système, dans notre cas il s'agit des fonctions suivantes :

- F1 : Servo loop of actuators in position
- F2 : Move the payload
- F3 : Balance the payload

On distingue quatre interfaces extérieures :

- IE1 : Interface with installation building
- IE2 : Interface with payload
- IE3 : Interface with simulator host computer
- IE4 : Interface with main power supply

Ainsi que deux interfaces internes aux systèmes :

- II1 : Electrical interface actuators / electronics cabinet.
- II2 : Electrical interface axis command and control software / electronics cabinet

Chacun de ces éléments sont détaillés en explicitant leur nature, leurs caractéristiques et les critères de fonctionnement auxquels ils doivent répondre.



On présente l'ensemble de ces éléments grâce au schéma suivant.

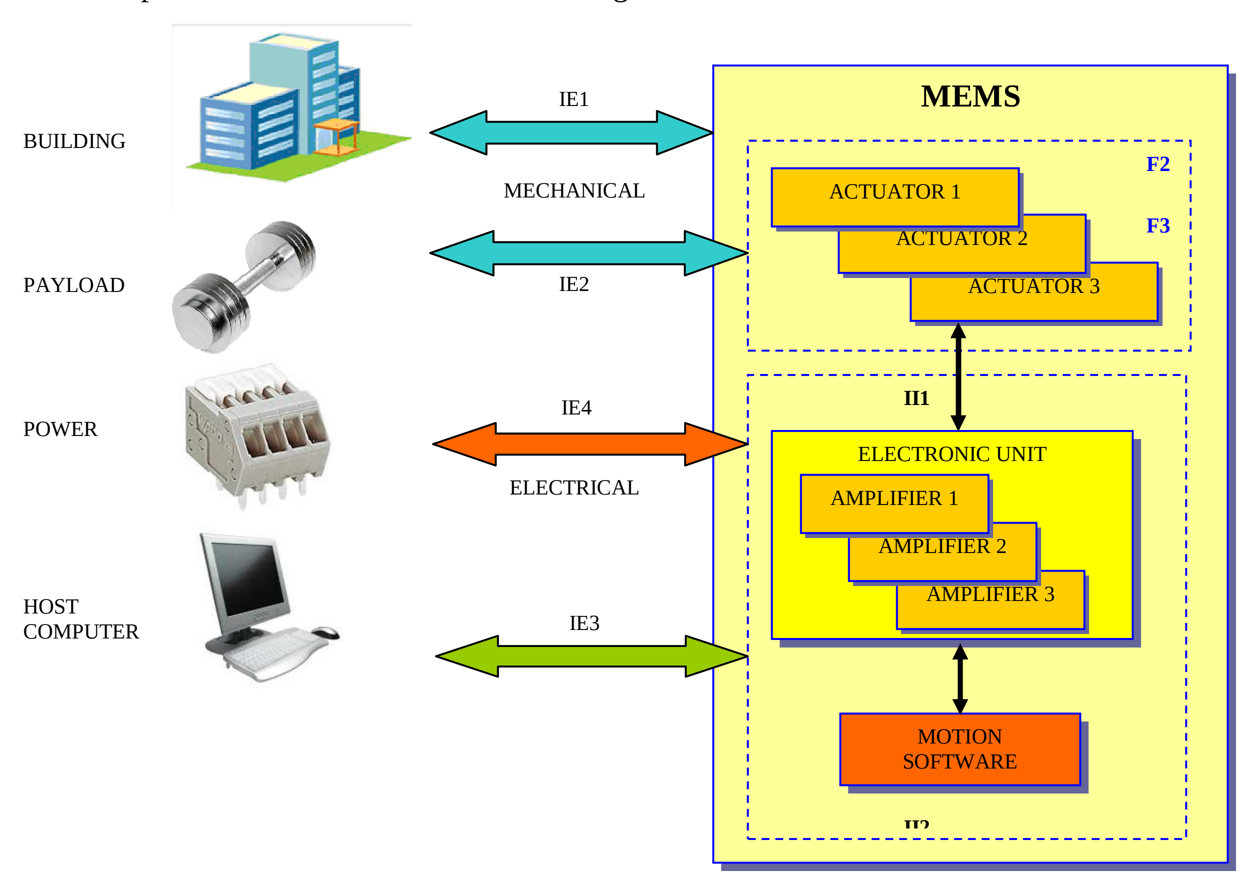


Figure 19 : Schéma des fonctions et des interfaces du MEMS3X

On expose ensuite les performances du système selon les différentes configurations existantes à l'heure actuelle.

Displacement	**Configuration A** **Crank : 240mm**	**Configuration B** **Crank : 210mm**
Heave	+/-240mm	+/-210mm
Pitch	+/-17°	+/-18,5°
Roll	± 16°	± 12°

Acceleration	**Configuration A** **Crank : 240mm**	**Configuration B** **Crank : 210mm**
Heave	+/-10m/s²	+/-6m/s²
Pitch	+/-280°/s²	+/-200°/s²
Roll	+/-200°/s²	+/-200°/s²

Il s'ensuit un certains nombres de caractéristiques du système et de notions à prendre en compte pour la réalisation du système, tels que :



- Le poids
- L’encombrement
- La consommation électrique
- La durée de vie
- La maintenance
- L’environnement (température, humidité, poussières)
- La transportabilité
- Les matériaux et les processus de fabrication envisagés
- La compatibilité électromagnétique
- La finition, l’identification et le marquage
- La sureté de fonctionnement
- L’ergonomie
- La documentation
- La logistique

Le document comporte un certain nombre d’annexes facilitant la compréhension des différents points abordés tout au long de ce document.

2.3.4 Mise à jour du modèle CAO

Mon travail sur le système MEMS3X, nécessite une mise à jour du modèle CAO de la dernière version du système, pour les différentes tâches ultérieures, comme notamment l'édition d'une plaquette commerciale en vue d'un démarchage des futurs clients.
J'ai réalisé des animations vidéo du système MEMSX embarquant une cabine de véhicule terrestre avec des écrans fixés dessus, mais aussi des calculs d'enveloppe de mouvements pour différents types de véhicules.

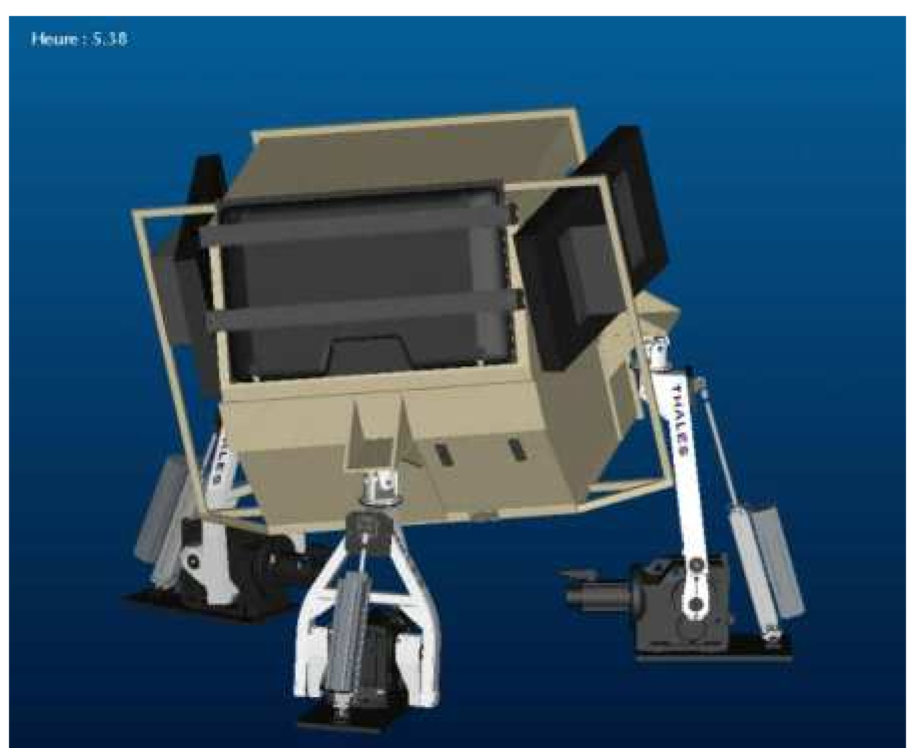
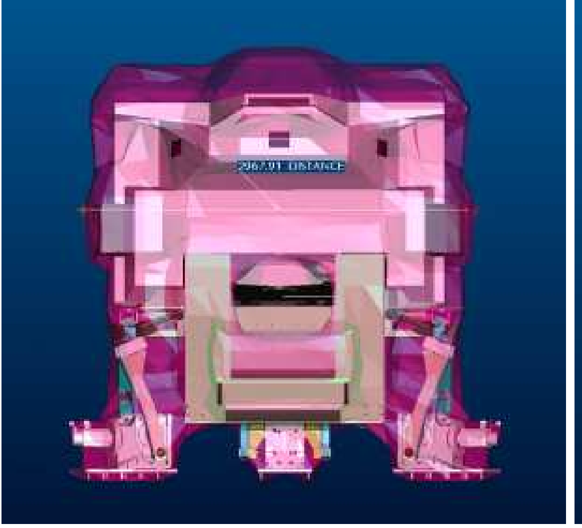


Figure 20: Animation vidéo du MEMS3X



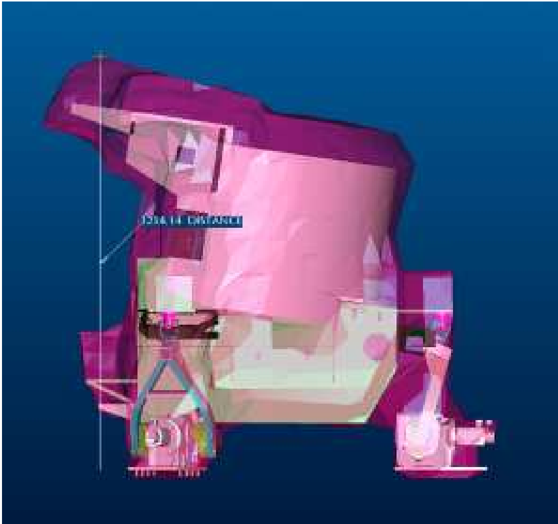


Figure 21 : Calcul d'enveloppe d'une cabine embarquée sur le MEMS3X



2.3.5 Consolidation des coûts

Une des tâches concernant mon travail sur le système MEMS3X concerne la mise à jour des différents coûts du système en effectuant des demandes de devis et de concertations avec les fournisseurs. L'objectif de cette consolidation des coûts est de vérifier la répartition de ces derniers pour assurer un coût le plus bas possible en utilisant un maximum de composants issus de l'industrie de la robotique et des machines outils..

2.3.5.1 Servoréducteur

Les échanges avec l'entreprise SEW, fournisseurs des derniers servoréducteurs utilisés pour le système MEMS3X ont permis de tendre vers une intégration plus complète de leur part concernant les produits qu'ils proposent, à savoir la vente de servoréducteurs avec les amplificateurs associés intégrés dans une armoire de commande. Cette proposition de service répond tout à fait aux désirs de THALES de réduire le montage et le câblage sur leur site mais de relayer ça au niveau de leurs sous-traitants.

2.3.5.2 Ressort à gaz standard

Actuellement, la fonction de compensation de poids de la charge embarquée sur le simulateur est réalisée par un système de vérin pneumatique couplé à un réservoir et un compresseur mis en œuvre par THALES. Le réglage de la pression du compresseur permet alors d'ajuster l'effort de compensation développé par le système de compensation.

Plusieurs échanges avec la société BIBUS, spécialisé dans les ressorts à gaz, nous à permis d'envisager des solutions à partir de produits de leur catalogue. Cependant plusieurs limites apparaissent quand aux cycles de fonctionnement pouvant être supportés par des ressorts à gaz du commerce. En effet le système de compensation de charge est utilisé de manière continu et sur une course réduite contrairement à la plupart des modèles de ressorts à gaz prévus pour des applications à sollicitations ponctuelles et sur toute la course (ouverture/fermeture de hayon, …). A l'heure actuelle, la société BIBUS se penche sur le problème convaincue de pouvoir apporter une solution viable en termes de compensation de charge pour le système MEMS3X.

2.3.5.3 Liaison rotule

Actuellement, la liaison mécanique entre le sommet d'un des trois actionneurs et le point de fixation de la cabine à mouvoir se faisait par l'intermédiaire d'un cardan et d'une liaison pivot (3 rotations). Pour des raisons de réduction des coûts et de simplification de montage, il est proposé de remplacer cette liaison par une rotule (3 rotations). Mon travail alors sur le sujet à consister avec l'aide des techniciens à envisager la réalisation technique de la liaison à partir d'une boule fixée sur la fourche de l'actionneur et une partie femelle à contact en polytétrafluoroéthylène (PTFE) solidaire à la cabine.

A partir de ces modifications effectuées, une demande de cotation est faite auprès des plusieurs fournisseurs, afin de consolider une fois encore les prix de ces éléments d'interfaces du système MEMS3X.

2.3.5.4 Synthèse

La consolidation de ces coûts m'a permis d'obtenir les coûts globaux du système MEMS3X selon les différents postes, comme le montre les diagrammes ci-dessous.

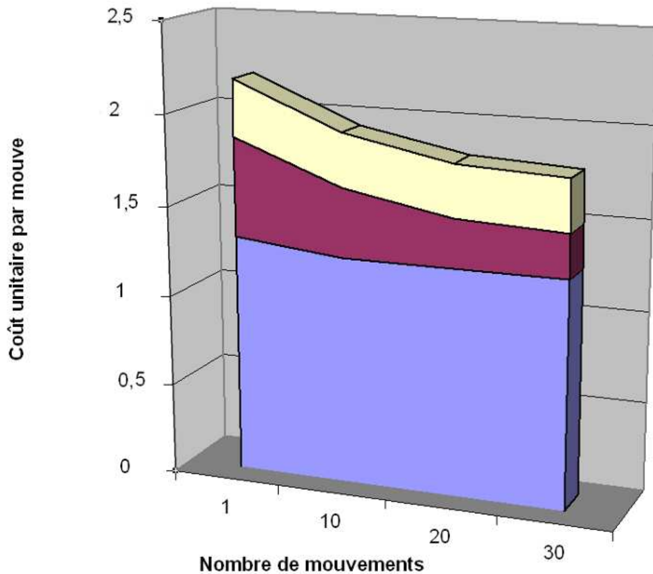
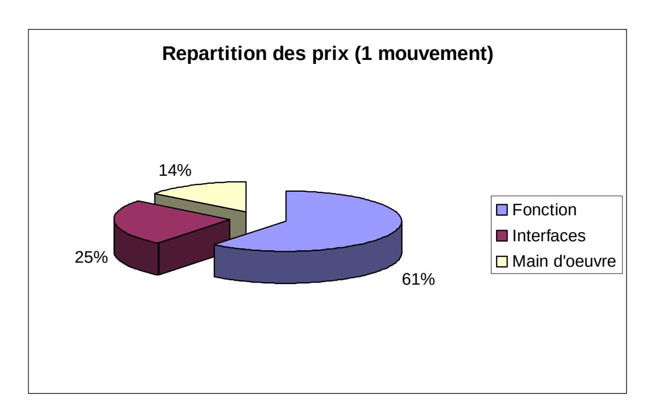
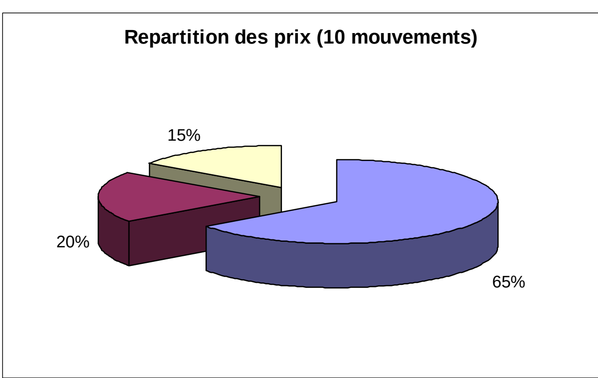
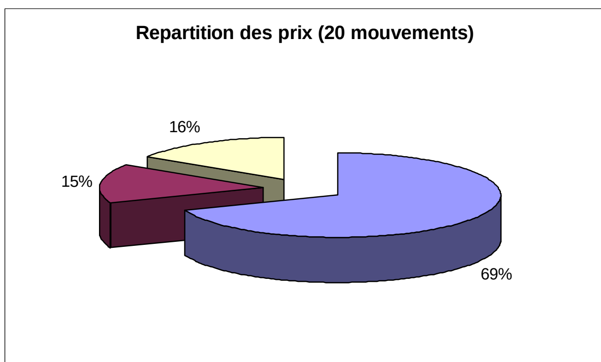


Figure 22 : Diagramme d'évolution des coûts du MEMS3X







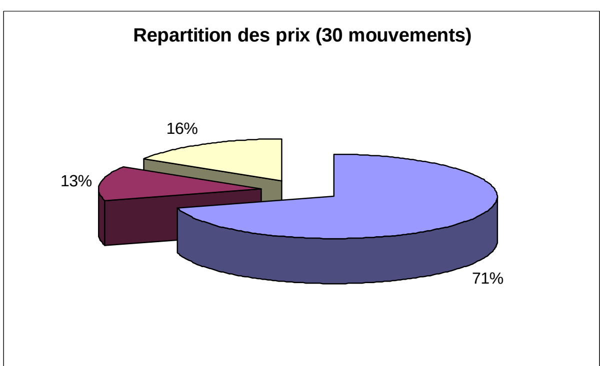


Figure 23 : Diagrammes de répartition des coûts du MEMS3X



2.3.6 Édition d'une plaquette commerciale

L'une des actions principale de mon stage concerne l'édition d'une plaquette commerciale du système MEMS3X rédigée en anglais et mettant en exergue un certain nombre d'avantages.

Dans un premier temps j'ai parcouru d'autres documents identiques sur des systèmes semblables d'entreprises concurrentes, de manière à en extirper un plan judicieux abordant une multitude de points devant être mise en relief sur un document bref et esthétiquement clair et agréable à parcourir. J'ai choisi alors les points suivant à mettre dans ce document :

- Name of the system
- Key features
- Presentation of the system
- Interfaces
- Safety features
- Reliability
- Specification (General & Performance)
- Options

Tous ces points sont développés à partir des éléments obtenus dans les documents mis à jour précédemment, et ceux mis à ma dispositions par mes différents interlocuteurs.

La rédaction de la plaquette commerciale, s'accompagne d'une recherche des photos, schémas, dessins, modélisation CAO susceptibles de pouvoir faciliter la compréhension du système. Une sélection des clichés à soumettre est effectuée avec mon responsable et en accord avec le service commercial.

Tous ces éléments, textes rédigés et images sélectionnées sont soumises au service communication, le seul apte à réaliser la mise en page des documents THALES publiés. J'ai donc remis un premier document Word, comprenant l'ensemble des points exposés précédemment et accompagné d'un ensemble d'images susceptibles d'être utilisé pour la mise en page.

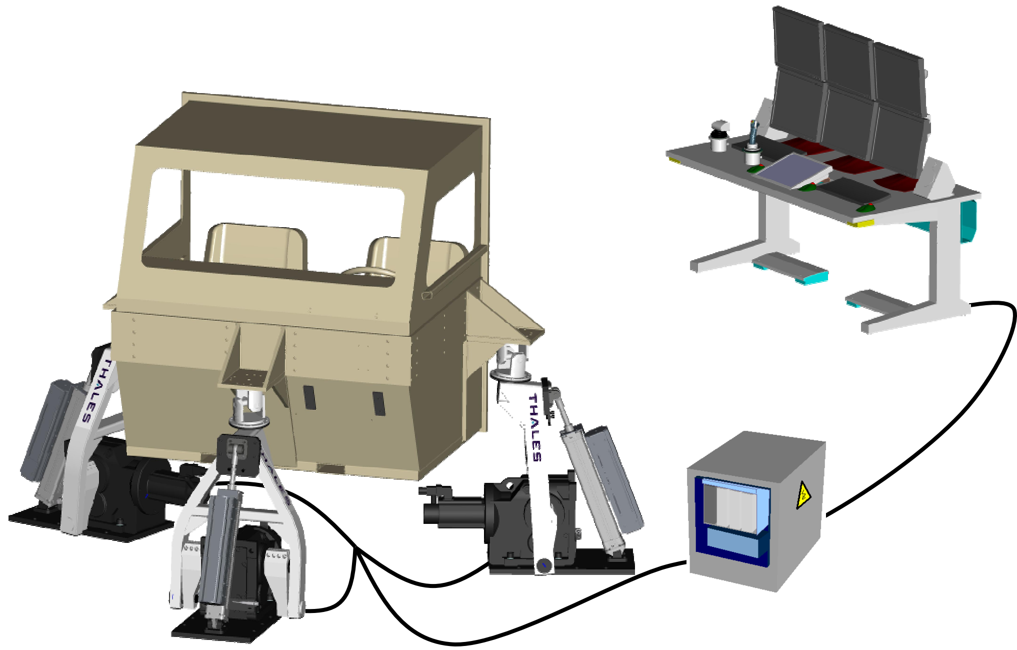


Figure 24 : Schéma d'ensemble du système MEMS3X



A l’issue de ce premier document, une première version de la plaquette est éditée en respectant les règles de mise en page au sein de l’entreprise. Cette première version est ensuite modifiée que ce soit sur le fond et sur la forme en revenant sur certains choix stratégiques notamment sur la volonté de mettre en avant la possibilité d’étudier les demandes en terme de performances et de géométrie, de chacun des clients de manière plus personnalisée.

Il apparait aussi nécessaire de permettre de mieux identifier le système de mouvements mis en avant dans ce document sans la cabine manipulé. Une modélisation du système en faisant apparaître la cabine par transparence semble être tout adaptée à ce genre de demande.



Figure 25 : Schéma du MEMS3X avec cabine en transparence

A la suite des différentes remarques faites et des brainstormings effectués, j’édite un nouveau document afin de réaliser une nouvelle version de la plaquette commerciale en prenant en compte toutes les modifications mentionnées lors de ces différentes réunions. (Cf. Annexe1).



2.3.7 Conception et dimensionnement d'une maquette

Au cours de l'avancement de mon travail sur le système MEMS3X, il est apparu nécessaire de réaliser une maquette de principe du système. Cette maquette permettrait ainsi de présenter la gamme de mouvements MEMS auprès de clients potentiels mais aussi dans un second temps de pouvoir expérimenter des variantes du système MEMS3X en effectuant des modifications sur cette dernière. Pour des raisons d'encombrement et de réalisation, l'échelle de la maquette est définie à 1/5 permettant ainsi d'obtenir un encombrement de 900 mm par 700 mm.

2.3.7.1 Modélisation

La réalisation de la maquette étant soumis à l'approbation de la direction, il est donc nécessaire de réaliser une budgétisation des différents éléments à approvisionner et à réaliser.
On retrouve la même structure que pour le système réel, à savoir trois « Actionneurs » identiques composés de :

- Un motoréducteur à double arbre
- Deux manivelles
- Une fourche
- Un vérin pneumatique jouant le rôle de ressort à gaz factice
- Une rotule

Cependant on opère deux modifications entre le vrai système et la maquette, à savoir :
L'existence d'un « Berceau » permettant d'avoir une certaine modularité au niveau de la cabine ; le système est ainsi capable de fonctionner avec ou sans cabine. Ce choix traduit une volonté de proposer une modularité des engins capables d'être mis en place sur le système MEMS3X.
L'autre aspect concerne la commande des motoréducteurs, qui ne se commande seulement en vitesse, et non en position. Nous choisissons cette commande pour des raisons évidentes de simplification de la maquette pour terminer sa réalisation dans le temps imparti. Ainsi les trois motoréducteurs seront commandés par trois tensions différentes, permettant d'obtenir un mouvement pseudo aléatoire de la maquette.
La modélisation du système se fait à partir des modèles CAO des moteurs qui ont été déterminés selon leur géométrie fidèle aux servoréducteurs du système. Les autres pièces mécaniques sont dessinées à partir des modèles CAO des pièces du système mise à l'échelle de 1/5 ; en prenant en compte certaines modifications pour intégrer les rotules et les zones d'interfaces avec le vérin pneumatique.

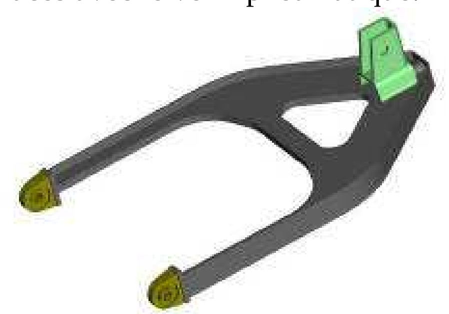


Figure 26 : Modèle CAO de la fourche



Figure 27 : Modèle CAO de la manivelle

Des pièces supplémentaires sont nécessaires pour réaliser la fixation du moteur au bâti du système et pour obtenir une géométrie du réducteur plus fidèle aux réducteurs du MEMS3X. Ces pièces (l'une inférieure et l'autre supérieure) sont dessinées à partir du modèle CAO du motoréducteur, de sorte à pouvoir se fixer facilement dessus lors du montage en respectant les points de fixations par vis présent sur ces derniers.

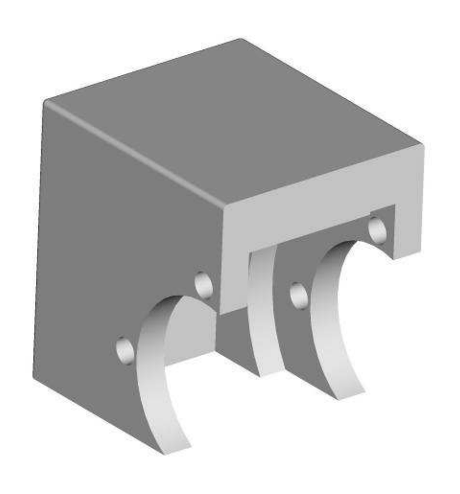


Figure 28 : Modèle CAO du carter supérieur

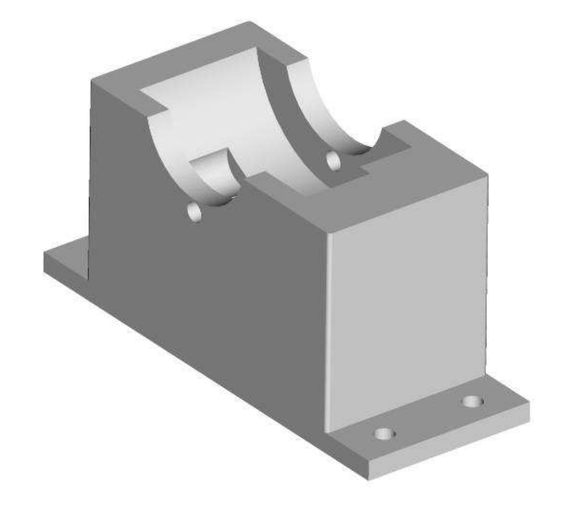


Figure 29 : Modèle CAO du carter inférieur

La modélisation du berceau s'est fait aussi en prenant une structure très simple en « T » sur lequel sont fixés aux trois points de rotulage une pièce support permettant d'imbriquer les rotules choisis pour assurer cette fonction.

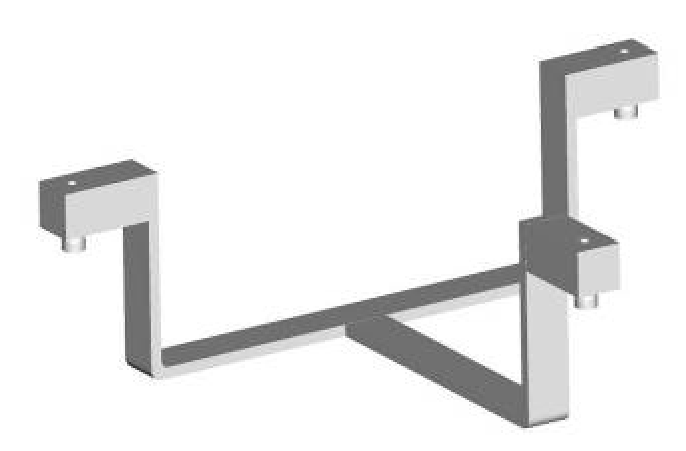


Figure 30 : Modèle CAO du berceau

Une fois l'ensemble des pièces modélisé et assemblé, il est alors très facile d'animer le système pour observer le bon fonctionnement, prévenir les collisions et les courses admissibles par les pièces telles que les vérins ou les angles de rotations des rotules. Pour modéliser l'ensemble des positions possibles du système, j'ai décidé de considéré seulement quatre positions d'arbre par moteur, décalées de 90° chacune. Ce qui nous permet d'obtenir alors 64 positions différentes du système à discrétiser pour lesquels le système doit fonctionner correctement.

Figure 31 : Modèle CAO des trois actionneurs avec le berceau de la maquette

2.3.7.2 Approvisionnement

L'ensemble des pièces d'interfaces (manivelles, fourches, …) est réalisé par prototypage en stéréolithographie auprès de Miltiade, un fournisseur habituel pour ce genre de travaux. Le choix de la stéréolithographie est indiqué pour ce genre de production, à savoir de petite quantité d'éléments, une grande fidélité par rapport aux modèle CAO et un rendu blanc esthétiquement neutre. L'ensemble des pièces mécaniques (vérins pneumatiques, vis épaulées, …) est approvisionné par Radiospares

Les motoréducteurs sont directement approvisionnés auprès du fabricant Parvalux.





Photo	Composant	Fabricant	Distributeur	Code commande	Quantité	Prix unitaire HT	Prix HT	Délais
	Motoréducteur	Parvalux	Parvalux	Devis	3	148,00 €	444,00 €	2 jours
	Alimentation variable	Mascot	Radiospares	218-4734	3	101,64 €	304,92 €	3 jours
	Verin pneumatique	SMC	Radiospares	263-8843	3	31,10 €	93,30 €	3 jours
	Chape arrière	SMC	Radiospares	263-9111	3	3,48 €	10,44 €	3 jours
	Œil de tige	SMC	Radiospares	263-9155	3	10,35 €	31,05 €	3jours
	Rotule	Igus	Igus	AGRM-08	3	0,00 €	0,00 €	2 semaines
	Vis épaulée M5x16	Radiospares	Radiospares	399-167	1	12,98 €	12,98 €	3 jours
	Fourche & Manivelle	Miltiade	Miltiade	Devis	1	1 000,00 €	1 000,00 €	2 semaines
	Berceau	Miltiade	Miltiade	Estimation	1	500,00 €	500,00 €	2 semaines
	Plaque support	Miltiade	Miltiade	Estimation	3	40,00 €	120,00 €	2 semaines
	Bati moteur	Miltiade	Miltiade	Estimation	1	500,00 €	500,00 €	3 semaines
	Socle en bois peint	Castorama	Castorama	Estimation	1	50,00 €	50,00 €	2 semaines
						TOTAL Matériel	**2 516,69 €**	

Figure 32 : Liste du matériel nécessaire pour la maquette du MEMS3X

2.3.7.3 Montage et câblage

Le montage de différentes pièces et composants entre eux se fait par moi-même et avec les conseils des mécaniciens du service EIM. Aujourd'hui le site de Cergy n'a plus de moyen de production pour des raisons de rentabilité, THALES fait réaliser les ensembles des éléments mécaniques par des sous-traitants en externe, il reste cependant un certain nombre d'outils me permettant de réaliser le montage et le câblage de la maquette de manière optimale.

Chaque actionneur est alors assemblé : le motoréducteur est fixé avec les pièces de carter fixées sur ce dernier. Les deux manivelles sont assemblées serrées sur l'arbre moteur, puis la fourche est montée en liaison pivot avec les manivelles par l'intermédiaire d'une vis épaulée et un peu de lubrifiant assurant ainsi la liaison. La rotule est ensuite visée dans le corps de la fourche.
L'ensemble est alors fixé sur une plaque support avec la chape arrière prête à accueillir le vérin pneumatique qui se fixe sur la fourche.

Les actionneurs peuvent ensuite être disposés selon la géométrie adoptée dans le modèle CAO



Figure 33 : Un des trois actionneurs



Figure 34 : Dispositions des trois actionneurs sur leur socle

Les trois actionneurs sont connectés à trois alimentations à courant continu ajustable fixées sous le socle en bois. Trois interrupteurs encastrés dans le socle permettent alors d'actionner indépendamment les trois actionneurs et un dernier interrupteur sur la face arrière permet d'éteindre les alimentations.

Le dernier élément du système, le berceau est alors emboité sur les parties femelles des rotules disposées en haut des trois actionneurs comme le montre la photographie ci-jointe.



Figure 35 : Connexion entre le berceau et l'un des actionneurs



Figure 36 : La maquette du MEMS3X assemblée

2.3.7.4 Prototypage de la cabine

Dans l'optique d'utiliser la maquette pour des démonstrations, il est nécessaire d'avoir une cabine de véhicule terrestre à l'échelle 1/5 s'adaptant aux points de fixations du système. Dans un premier temps j'ai réalisé une maquette en mousse et papier cartonné qui malheureusement ne répond pas aux exigences d'esthétiques et de présentation en salon.



Figure 37 : Cabine réalisée en mousse



Il a alors été décidé d'utiliser une nouvelle fois le procédé de stéréolithographie pour prototyper une version épurée d'un des modèles CAO de cabine utilisée au sein du bureau technique.

Nous avons pris contact avec notre fournisseur Miltiade, pour vérifier que les dimensions de la cabine envisagée étaient conformes avec les outils de production dont ils disposent. Ensuite j'ai effectué des modifications dans la structure de la cabine pour simplifier son prototypage, tout en gardant les éléments principaux d'une cabine d'un véhicule, à savoir les sièges et le volant. J'ai aussi ajouté les pièces d'interfaces de la cabine avec le berceau, pour que cette dernière puisse s'adapter parfaitement aux trois points de fixations prévus.

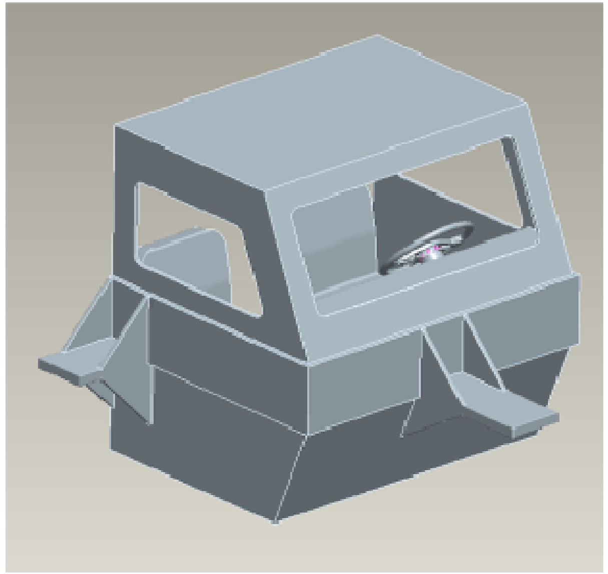


Figure 38 : Modèle CAO de la cabine

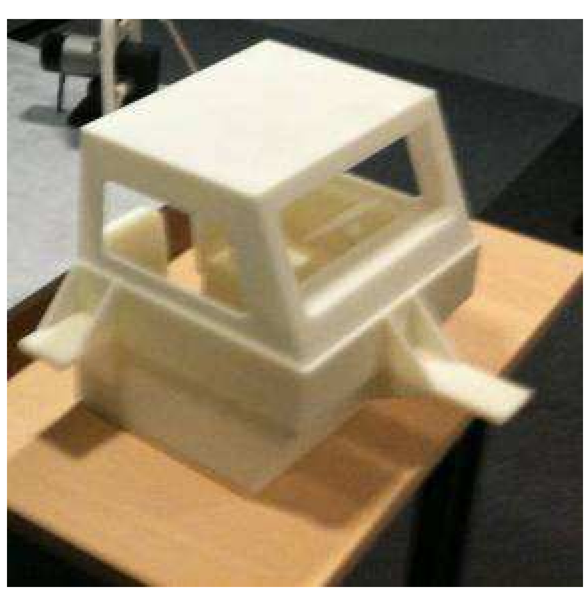


Figure 39 : Cabine prototypée

L'assemblage entre la maquette et la cabine se fait comme explicité précédemment, par l'intermédiaire de trois contacts de type mâle/femelle entre le berceau et les éléments de fixation de la cabine prototypée.

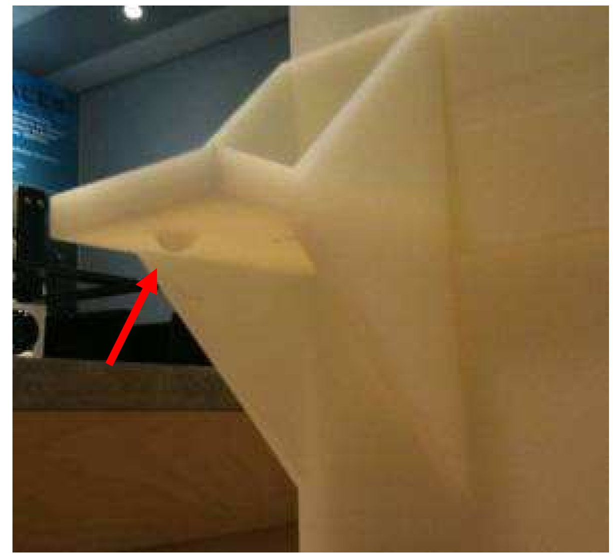


Figure 40 : Contact mâle de la cabine

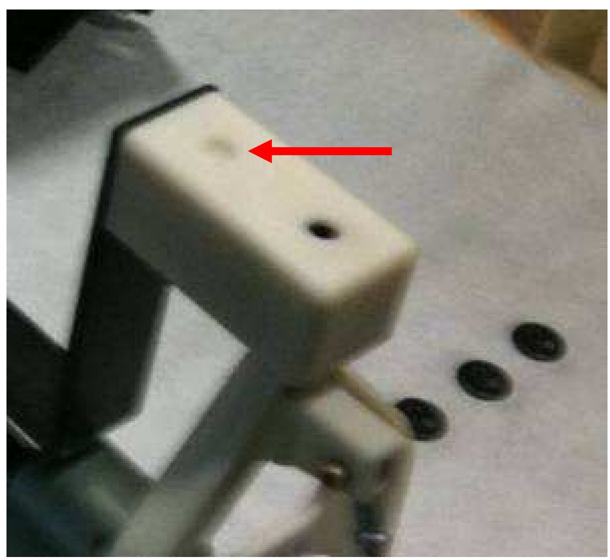


Figure 41 : Contact femelle du berceau



On obtient alors le système complet assemblé et prêt à être utiliser

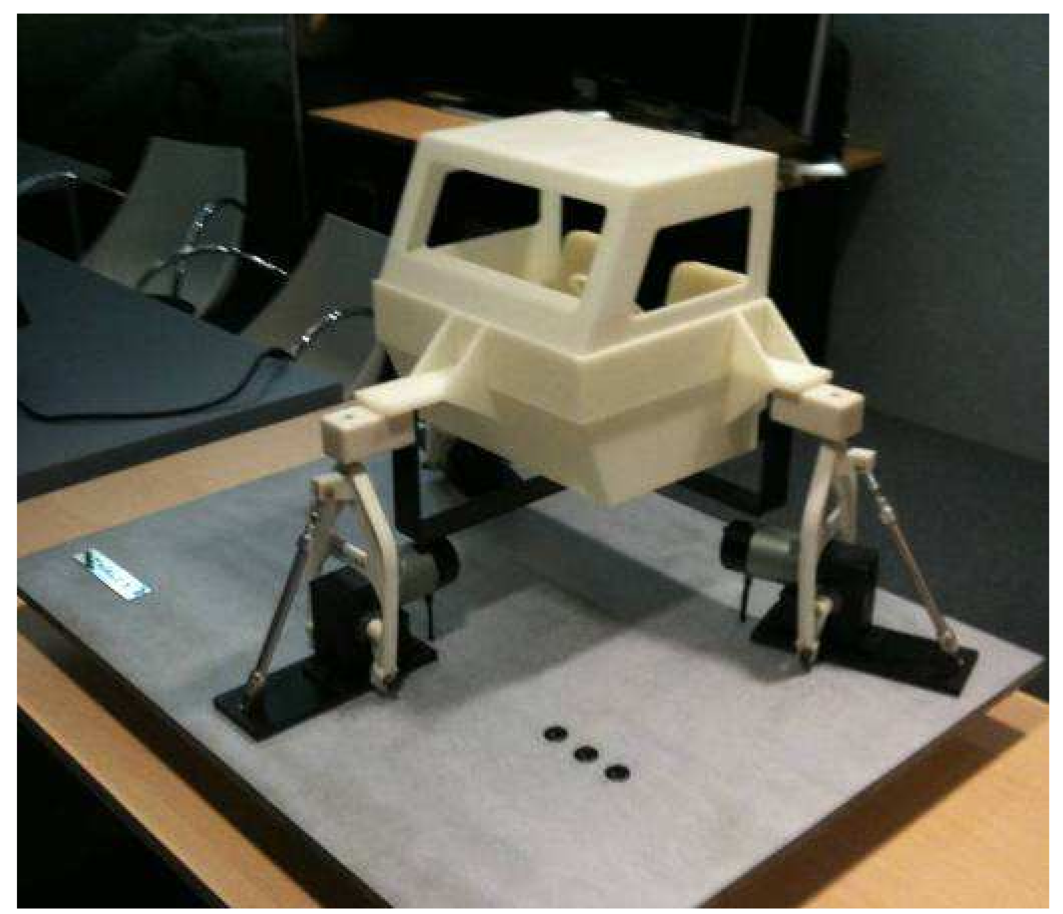


Figure 42 : Ensemble maquette & cabine

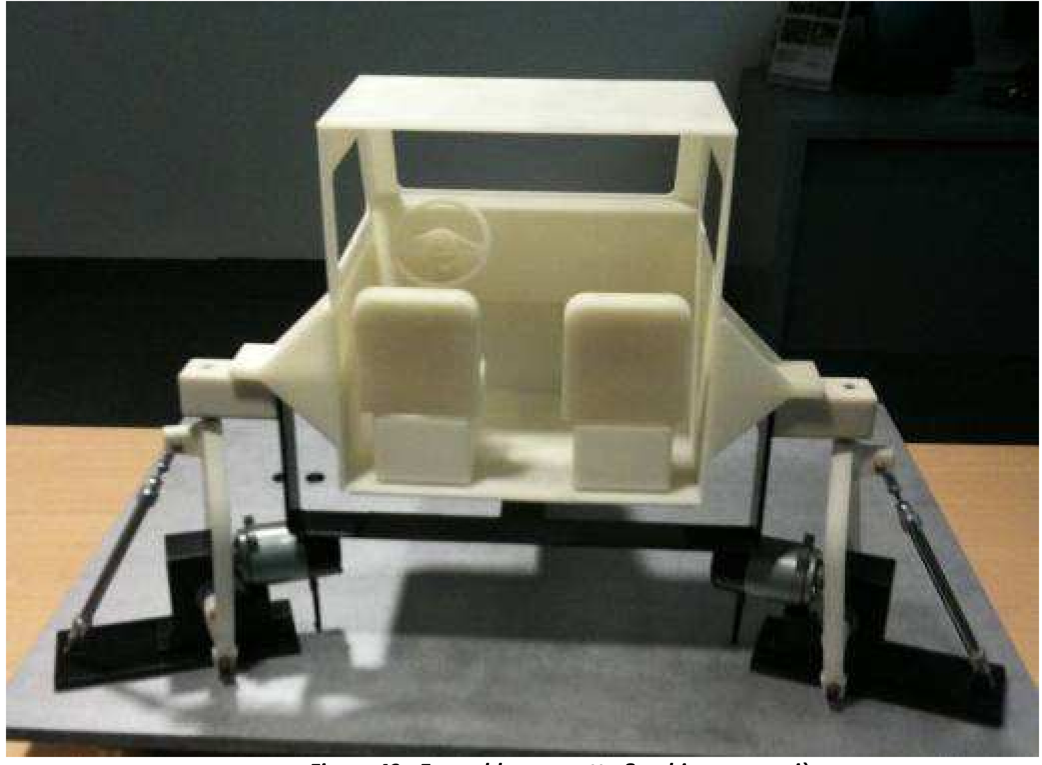


Figure 43 : Ensemble maquette & cabine- vue arrière



2.3.7.5 Evolution de la maquette

La suite du travail sur la maquette doit pouvoir permettre des modifications minimes permettant de transformer le système en un système quatre axes, et ainsi obtenir une maquette d'un MEMS4X, système non expérimenté à l'heure actuelle, mais pouvant avoir potentiel intéressant en permettant d'obtenir un mouvement latéral. Techniquement le système MEMS4X diffère du système trois axes seulement par l'architecture de son actionneur situé à l'avant. ; Il consiste à utiliser deux moteurs distincts avec deux manivelles et non plus une fourche commune, mais deux bielles. Les liaisons mécaniques entre les manivelles et les bielles sont remplacées par des cardans, on obtient alors le modèle suivant :

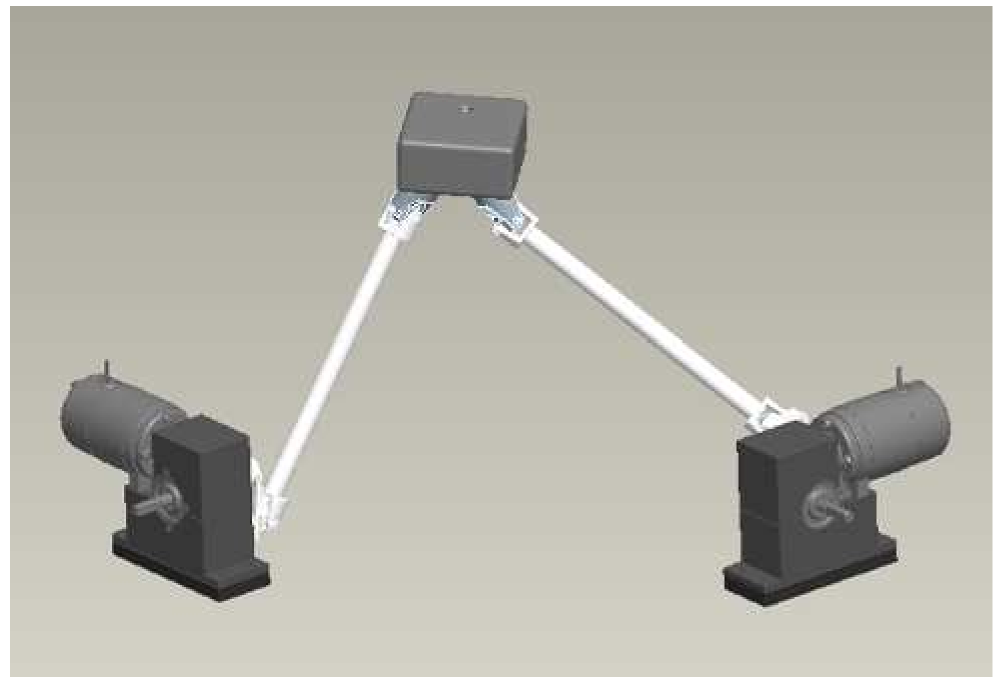


Figure 44 : Modèle CAO du nouvel actionneur pour la réalisation d'une maquette MEMS4X

A l'heure actuelle, les nouvelles pièces nécessaires pour réaliser la modification de la maquette en vue d'obtenir une maquette MEMS4X, sont dimensionnées pour répondre aux mêmes exigences que pour le système précédent et commandées auprès du fournisseur habituel. La suite des travaux sur la maquette en vue d'expérimenter ces nouvelles modifications sera fait par un autre stagiaire qui reprendra mon travail pour poursuivre l'étude menée jusque là.



3 Bilan

L’ensemble de mon travail sur le système MEMS3X durant la réalisation de mon stage au sein de THALES a permis l’actualisation et la création de plusieurs documents. Ces actions ont pour conséquence de favoriser la commercialisation du système MEMS3X sur le marché des systèmes de mouvements pour simulateurs. Segment de marché, où la concurrence est féroce, TT&S espère à partir de mes travaux pouvoir faire valoir ce système breveté comme une solution économique et suffisante pour un grand nombre d’applications.

La rédaction d’une plaquette commerciale et la conception d’une maquette du système à l’échelle 1/5, va permettre de favoriser cette présence sur le marché et de démarcher de nouveaux clients, notamment à l’international.

Concernant les futurs développements possibles de mon travail, un premier point concerne la réutilisation de ma démarche sur d’autres systèmes conçus par TT&S, notamment le système MEMS4X, un produit plus complet en termes de mouvements puisqu’il propose un déplacement latéral dans l’espace de la charge embarquée.

L’autre point concerne la réalisation de la maquette, qui devra servir à expérimenter de nouveaux systèmes de mouvements à partir de quatre actionneurs. J’ai anticipé cette demande en approvisionnant certaines pièces mécaniques en vue d’effectuer ces modifications et donc l’étude de nouveaux produits.

Je pense avoir pu accomplir un travail bénéfique à l’entreprise qui lui sera utile dans les développements futurs. Je me suis contraint à laisser plusieurs documents permettant de reprendre facilement mon travail et ainsi éviter une perte inhérente du savoir-faire due à mon départ.

Évoluer au sein du service EIM fut un véritable apprentissage du travail en équipe, permettant une mise en commun intelligente avec les autres stagiaires et l’obtention de conseils avisés et bienveillants de la part des autres salariés. Le climat de confiance, l’ambiance de travail très agréable et la grande autonomie dont je jouissais m’ont permis de réaliser un travail dans d’excellentes conditions. L’accueil des stagiaires et notre bonne intégration au service a favorisé une implication immédiate dans la vie de l’entreprise et a encouragé une ambiance propice à un travail efficace et autonome de ma part.

Mon passage au sein de l’entreprise THALES, m’a permis de mieux envisager mon projet professionnel dans une entreprise conséquente présente sur une multitude des marchés et proposant une grande diversité de métiers dans différents domaines, à l’image du site TT&S de Cergy.



Annexes

Annexe 1 : Plaquette commerciale MEMS – Version 1



KEY FEATURES

- High performances for enhanced realism
- Minimum space required
- Cab location minimizes the motion sickness
- Easily transportable system
- Satisfy all critical requirements of driver training applications
- No cooling system
- Extremely quiet operation
- Easy installation and low maintenance
- Use of Commercials off-the-shelf
- Modularity

Thales is offering a high-performance, rugged, low-maintenance Modular Electrical Motion Systems (MEMS) as the motion platform systems for:

- drive simulation of numerous vehicles (trucks, tanks, cars),
- flight simulation of small aircrafts and light helicopters

The MEMS 3 has a 1 000, 1 500, 2 000 kg payload capability and three degrees of freedom (Heave Pitch Roll). The low profile of this system allows troops to enter and exit the vehicle cabs easily. Superior visual correlation and vehicle dynamics software reduce the risk of motion sickness during training.

www.thalesgroup.com/security-services





> Modular Electrical Motion System

Interfaces

Electric Power
- 3f 380 VAC
- 50-60Hz
- 10 Amp (nominal)

Host Computer
- Ethernet connection

Building
- Bolted on the floor

Safety Features

- Motion system is integrated in a safety chain according to standard NF EN 60204-1 Machines Safety
- During user's access and maintenance, a power on prohibition device allows a full safety by stopping the actuators
- In case of power failure or a cessation of data transfer from the host computer, the motion system gets back in a steady "low position" with a soft deceleration

Reliability

All the parts of the system (motors, joints, gas springs, ...) are designed to fulfil a lifetime of 10 years with the following conditions : 10 hours a day, 5 days a week, 10 months a year.

In these conditions, the availability of the system is higher than 99%.

Specifications

General
- Degrees of freedom: 3
- Weight of one actuator: 250 kg
- Weight of the electronic cabinet: < 60 kg
- Foot print: 3.8 m x 3.8m
- Actuators: electrically driven

Performance

Displacement	Configuration A	Configuration B
Heave	+/- 240mm	+/- 240 mm
Pitch	+/- 17°	+/- 17°
Roll	+/- 18°	+/- 18°

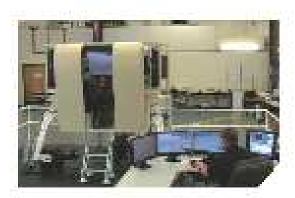
Acceleration	Configuration A	Configuration B
Heave	+/- 10 m/s²	+/- 6 m/s²
Pitch	+/- 280 °/s²	+/- 200 °/s²
Roll	+/- 200 °/s²	+/- 200 °/s²

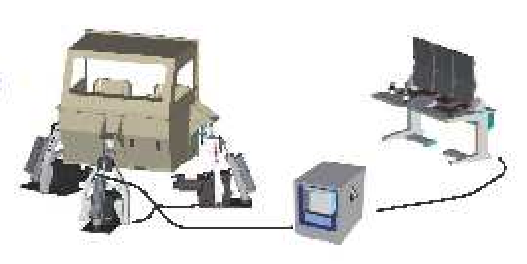
Options

According to the customer's requirements, some options can be studied, such as:

- Higher excursions
- Higher payload
- Delivered with a triangular base frame
- Delivered with the Motion software set up on a computer
- Delivered with a compressor

Thales can calculate the envelope according customer's specific payload geometry.





Thales
Security Solutions & Services

Contact:
1, rue du Général de Gaulle • ZI Les Beaux Soleils • Osny • BP 226 • 95523 Cergy-Pontoise Cedex • Tél.: +33(0)1 34 22 86 15 • Fax: +33(0)1 34 22 83 08



Annexe 2 : Plaquette commerciale MEMS – Version 2



KEY FEATURES

- High performances for enhanced realism
- Minimum space required
- Cab integration minimizes motion sickness due to the position of motion centroid according to human sensors
- Modularity to render easy a customization (cabin embedded into the motion system)
- Satisfy all critical requirements of driver training applications
- Easily transportable system
- No cooling system
- Extremely quiet operation
- Easy installation and low maintenance
- Use of Commercials off-the-shelf components

Thales is offering a high-performance, rugged, low maintenance Modular Electrical Motion Systems (MEMS) as the motion platform systems for:

- High fidelity driving simulator (armored vehicles, tanks; trucks, cars)
- High fidelity flight simulators of small aircrafts and light helicopters

The MEMS 3 has 1 000, 1 500, 2 000 kg payload capability and three degrees of freedom (Heave pitch Roll). The low profile of this system allows crew members to enter and exit the vehicle and facilitates the oral communication between the outside instructor and the pilot. Dynamics software reduce the risk of motion sickness during training.

www.thalesgroup.com/security-services

THALES



> Modular Electrical Motion System (MEMS) patented

Interfaces

Electric Power

- 380 VAC / 500 VAC
- 3 P+N+G
- 16 A nominal – 32 A peak

Host Computer

- Ethernet connection

Building

- Bolted on concrete floor

Safety Features

- Motion system is integrated in a safety chain in order to fulfill to electrical safety requirements and electromagnetic compatibility standard
- During user's access and maintenance, a power on prohibition device allows full safety by stopping the actuators
- In case of power failure or data transfer failure from the host computer, the motion system gets back in a steady "down position" with a soft deceleration

Reliability

All the parts of the system (motors, joints, gas springs, ...) are designed to fulfil a lifetime of 10 years with conditions such as : 10 hours a day, 5 days a week, 11 months a year.

In these conditions, the availability of the system is higher than 99%

Specifications

General

- Degrees of freedom: 3
- Weight of one actuator: 220 kg
- Weight of the electronic cabinet: < 60 kg
- Adaptable foot print: 3.3 m to 3.8 m x 2.3 m to 3.8 m (according to the size of the payload)
- Actuators: Servo brushless motor electrically driven

Performance

Displacement (from neutral position)	
Heave	170 mm to 240 mm
Pitch	12° to 18°
Roll	12° to 16°

Acceleration/deceleration	
Heave	6 m/s² to 9 m/s²
Pitch	200 °/s² to 300 °/s²
Roll	200 °/s² to 300 °/s²

Options

According to customer's requirements, options can be provided, such as:

- Triangular base frame to avoid the floor fixation
- The Motion Cueing software set up on a computer
- For heavy application (payload > 1000kg) energy saving by using air spring to counter balance a part of the weight
- Air compressor for the air spring

Thales can calculate the envelope according customer's specific payload geometry.



Thales
Security Solutions & Services

Contact:
1, rue du Général de Gaulle • ZI Les Beaux Soleils • Osny • BP 226 • 95523 Cergy-Pontoise Cedex • Tél.: +33(0)1 34 22 86 15 • Fax: +33(0)1 34 22 83 08